Über Desinfektion mit Sublimat und Tribrom-β-Naphthol nebst Beiträgen zur Methodik der Prüfung der Desinfektionsmittel.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Friedrich Goebel,
Medizinalpraktikant aus Bielefeld i. W.

München 1913.
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Über Desinfektion mit Sublimat und Tribrom-β-Naphthol nebst Beiträgen zur Methodik der Prüfung der Desinfektionsmittel.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Friedrich Goebel,
Medizinalpraktikant aus Bielefeld i. W.

München 1913.
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität München.

Referent: Herr Prof. Dr. von Gruber.

Es wird noch immer zu wenig beachtet, welch ausserordentlich grossen Einfluss auf den Ausfall der Desinfektionsversuche neben der verschiedenen Resistenz der als Testobjekte verwendeten Bakterienarten und verschiedenen Stämme der gleichen Art und neben der Zahl der zur Erprobung der Wirksamkeit des Desinfektionsmittels verwendeten und schliesslich zur Aussaat gebrachten Keime die Entwicklungshemmung durch die in die Probeaussaaten mit übertragenen Mengen des Desinfektionsmittels, die Qualität des zur Vorkultur wie zur Nachkultur verwendeten Nährbodens und die Zeitdauer der Beobachtungen der Probekulturen ausüben. Nur so kann es kommen, dass noch immer gewisse Desinfektionsmittel und Konzentrationen zur praktischen Anwendung kommen, die sich bei Einhaltung strenger Versuchsbedingungen schon seit langem als wenig wirksam erwiesen haben.

Das Sublimat hat, infolge der Kochschen Arbeiten, lange Zeit für das mächtigste Desinfizienz gegolten. Zuerst hat Geppert[1]) an Milzbrandsporen gezeigt, dass die scheinbare Abtötung durch Sublimat in Wirklichkeit sehr häufig nur eine Entwicklungshemmung ist. Auch durch sorgfältigstes Abspülen mit Wasser und Alkohol gelingt es nicht, die den Keimen anhaftenden Sublimatreste zu entfernen, die den Grund für das Ausbleiben des Wachstums bilden. Geppert hat mit Schwefel-Ammonium das Quecksilber ausgefällt und gesehen,

[1]) Geppert, Berl. Klin. Wochenschr. 1889 Nr. 36, Deutsche Med. Wochenschr. 1891, Nr. 37.

dass, um Milzbrandsporen mit Sicherheit abzutöten, eine 1‰ige Sublimatlösung drei Tage lang einwirken muss.

In der Folgezeit mehrten sich die Angaben über die Unzuverlässigkeit des Sublimats; Ballner[1]) sah keine Abtötung von Staphylokokken nach 15'iger Einwirkung von 2‰igem Sublimat, und besonders überraschend waren die Veröffentlichungen Schumburgs[2]), die zeigten, dass das Sublimat auch gegen als wenig resistent bekannte Erreger, Typhusbakterien und Choleravibrionen, keineswegs jene sicher abtötende Kraft besitzt, die man angenommen hat. Schumburg sah bei Staphylokokken, Typhusbakterien und Choleravibrionen, dass nach ¾stündiger Einwirkung von 3‰ Sublimat noch Wachstum auftrat. Schumburg verwandte zur Ausfällung des Quecksilbers einen grossen Überschuss von Schwefel-Ammonium, um der vollkommenen Ausfällung sicher zu sein, und entfernte dann das Schwefel-Ammonium wieder nach Möglichkeit. Es ist aber fraglich, ob nicht durch Einwirkung des Entgiftungsmittels selbst die Keime geschädigt werden können.

Speck[3]) fand noch längere Abtötungszeiten: 1‰ Sublimat tötet bei seinen Versuchen Staphylokokken selbst in 70' nicht ab.

In neuester Zeit hat Ottolenghi[4]) umfassende Studien über das Sublimat angestellt. Er hat eine ganz neue Versuchstechnik eingeführt, die kurz beschrieben werden soll: Zu einem angemessenen Volumen filtrierter Bakterienaufschwemmung setzte er ein abgemessenes Volumen der betreffenden Sublimatlösung zu, im Verhältnis von 1:9. Von diesem Gemisch wurde nach bestimmten Zeiten 0,5—1 ccm in sterile Bouillon getan, und abgemessene Mengen von wässeriger

---

[1]) Ballner, Hyg. Rundschau 1903, 13. Jahrg.

[2]) Schumburg, Zeitschr. f. Hyg., Bd. 45, 1903.

[3]) Speck, Zeitschr. f. Hyg. 1905.

[4]) Ottolenghi, Desinfektion 2. Jahrg., S. 105—110, 3. Jahrg., S. 73—77, 4. Jahrg., S. 65 ff.

Schwefelwasserstofflösung von bestimmter Konzentration hinzugegeben. Nach einer Zeit von 20'—30' wurden 10 ccm steriles Ochsenserum weiter dazu gefügt. Nach 24—28stündigem Aufenthalt im Brutschrank bei 37° wurden Ösen des Gemisches auf Agar überimpft, da in der durch das Schwefel-Quecksilber getrübten Flüssigkeit das Wachstum nicht sicher zu beobachten war. Das Serum setzte Ottolenghi zu in dem Gedanken, dass bei seiner Gegenwart die Neutralisation des Sublimats vollständiger vor sich gehe.

Nach dieser Methode fand Ottolenghi, dass Staphylokokken einer 2,712%igen Sublimatlösung länger als 3 Stunden widerstanden; einer 0,5424%igen und einer 0,0135%igen Lösung zwischen 7 und 24 Stunden. Diese höchst überraschenden Ergebnisse sind von Cromer und Naumann [1]) bestätigt worden, nach deren Angaben einer 2,712%igen Sublimatlösung Staphylokokken mehr als 3 Stunden und einer 0,013%igen Sublimatlösung 2—3 Tage widerstanden.

Um den Einfluss der Versuchsbedingungen auf den Ausfall der Desinfektionsversuche und die Unzuverlässigkeit des Sublimats zu illustrieren, habe auch ich eine Reihe von Versuchen angestellt, bei denen die Aussaaten der behandelten Bakterien in verschiedenen grossen Dosen ohne und mit Entgiftung und in Nährböden von verschiedener Zusammensetzung vorgenommen wurden.

Zu den Versuchen mit Staphylokokken verwandte ich einen Stamm c, der sich in höherem Grade als resistent bewährt hatte, da bei Aussaat in gewöhnliche Bouillon erst

---

[1]) Cromer u. Naumann, Deutsche Med. Wochenschr. 1911, Nr. 39. Nach Fertigstellung dieser Arbeit ist eine weitere Ergänzung und Bestätigung der Ergebnisse von Ottolenghi mitgeteilt worden von Steiger u. Döll, Zeitschr. f. Hyg. 1913, S. 324 ff. Diese Autoren haben auch Untersuchungen über das quantitative Verhältnis von abgetöteten zu überlebenden Keimen und über die Virulenz von mit Sublimat behandelten Erregern gegen den tierischen Organismus angestellt.

nach 20—25′ langer Einwirkung von 1% Phenol seine Wachstumsfähigkeit erloschen war. Ich verwendete stets 24 Stunden alte Kulturen auf Schrägagar. Die Vegetation wurde vorsichtig abgekratzt und in der Regel in Bouillon verrieben. Die Konzentration, in welcher das Desinfektionsmittel einwirken sollte, wurde stets dadurch erreicht, dass gemessene Mengen der Aufschwemmung mit jenen Mengen der Desinfektionslösung, welche zur Herstellung der zu prüfenden Konzentrationen erforderlich waren, in einem genau bekannten Zeitpunkte gemischt wurden. Alle Desinfektionsversuche gingen bei Zimmertemperatur vor sich; die Nachkulturen im Brutofen bei 37°. Auf die Herstellung der Aufschwemmung legte ich besonderen Wert; um zu vermeiden, dass grössere Klumpen von Bakterien beisammenblieben, habe ich die Aufschwemmung stets durch doppelte Leinenfilter filtriert. Die Sublimatlösungen stellte ich mit destilliertem Wasser aus reinem Hydrargyrum bichloratum her; die Lösungen wurden kühl und dunkel aufbewahrt und längstens alle zwei Wochen neu bereitet.

Zur Ausfällung des Quecksilbers verwandte ich Schwefel-Ammonium, von dessen Sterilität ich mich in jedem einzelnen Falle überzeugte. Ich fügte es in sicherem Überschuss hinzu, aber, um mögliche Schädigungen durch das Fällungsmittel zu vermeiden, nicht in solchem Übermasse, wie Schumburg es angibt. In allen irgendwie zweifelhaften Fällen wurden mikroskopische und kulturelle Nachprüfungen angestellt.

Als Testnährboden verwendete ich neben gewöhnlicher Nährbouillon eine 2%ige Traubenzuckerbouillon, da ich bei Vorversuchen mit Phenol beobachtet hatte, dass der Zusatz von Traubenzucker diesen Nährboden für die durch das Desinfektionsmittel geschwächten Staphylokokken ganz ausserordentlich verbessert. Derselbe Staphylokokkenstamm c, der in gewöhnlicher Bouillon nach 20—25′ Einwirkung von 1%

Phenol kein Wachstum mehr zeigte, wuchs in 2% Traubenzuckerbouillon noch nach mehr als 60'. Ebenso gross war schon bei meinen ersten Versuchen der Unterschied bei Sublimat. In gewöhnlicher Bouillon wuchs dieser Kokkus nicht mehr, nachdem er 1' 1%iger Sublimatlösung (aus Angerer-Pastillen) ausgesetzt gewesen war, in Traubenzuckerbouillon dagegen üppig bei 24stündiger Beobachtung, nachdem er 12' dem 1‰igen Sublimat ausgesetzt war.

Wirkung des 1‰igen Sublimats auf Staphylokokken.

Zunächst überimpfte ich aus dem Sublimat, ohne das Quecksilber mit Schwefel-Ammonium auszufällen. Dabei fand sich bei Überimpfung in gewöhnliche Bouillon wieder, dass nach 1'iger Einwirkung des Sublimats in der Regel kein Wachstum mehr auftrat; nur ein einziges Mal wurde die Bouillon noch nach 5'iger Einwirkung getrübt. Diese Trübung trat aber erst nach 72 Stunden auf.

Anders, wenn ich in Traubenzuckerbouillon überimpfte. In diesen Fällen wurde der Nährboden zweimal nach 15'iger Einwirkung noch getrübt, einmal nach 20'iger und einmal sogar nach 30'iger Einwirkung. In diesem Falle waren die Staphylokokken, aus denen ich die Aufschwemmung herstellte, von vornherein auf Traubenzuckeragar gezüchtet worden.

Die Ausfällung des Quecksilbers suchte ich auf verschiedene Weise zu erreichen: in einer Reihe von Fällen verdünnte ich die Stammlösung des Schwefel-Ammoniums so weit, dass sie eben noch, zu dem gleichen Volumen 1‰igen Sublimats zugesetzt, das Quecksilber in wenigen Minuten vollkommen ausfällte. Von dieser Verdünnung brachte ich eine Öse, etwa 0,003 ccm, in etwa 10 ccm Traubenzuckerbouillon, die vorher mit der gleichen Öse voll Mischung von Staphylokokkenaufschwemmung in physiologischer Kochsalzlösung und 2‰ Sublimat $\overline{aa}$ geimpft worden war.

Bei 48stündiger Beobachtung zeigte sich jetzt, dass in allen Traubenzuckerbouillonröhrchen eine Trübung aufgetreten war, die mit Staphylokokken geimpft waren, die bis zu 45' lang unter Sublimatwirkung gestanden hatten. Ich wiederholte denselben Versuch in der gleichen Weise, nur mit dem Unterschied, dass statt einer Öse zwei Ösen Schwefel-Ammonium von derselben Konzentration zu der gleichen Mischung von Bakterienaufschwemmung und Sublimatlösung zugesetzt wurden. Dabei zeigten alle Röhrchen Trübungen, die mit Staphylokokken geimpft waren, auf welche das Sublimat bis zu 75' eingewirkt hatte. Ein Zusatz von zwei weiteren Ösen Schwefel-Ammonium änderte dieses Ergebnis nicht mehr. Länger als 75' hatten die Staphylokokken dem Sublimat anscheinend nicht widerstanden.

Um zu prüfen, ob auf diese Weise das Quecksilber wirklich so vollkommen wie möglich ausgefällt wird, ging ich noch auf eine andere Art vor. Ich setzte in einer Saftflasche zu etwa 10 ccm Bakterienaufschwemmung das gleiche Volumen 2‰iges Sublimat zu. Von der gut vermischten Flüssigkeit brachte ich je 3 ccm in eine Anzahl Reagenzgläser; in abgestuften Zeitabständen fügte ich in jedes dieser Röhrchen je einen Tropfen Schwefel-Ammoniumlösung hinzu, eine Menge, die, wie vorher ausprobiert, imstande war, binnen 2—3' aus 3 ccm 1‰ Sublimat das Quecksilber vollständig auszufällen. Von der entstandenen trüben schwarzbraunen Flüssigkeit impfte ich eine Öse in Traubenzuckerbouillon.

Bei dieser Modifikation stellte sich die Widerstandsfähigkeit der Staphylokokken noch beträchtlich höher heraus. Die Zeit, durch welche die Kokken dem Sublimat widerstanden hatten, schwankte zwischen $2^1/_4$ Stunden im Minimum und $4^1/_2$ Stunden im Maximum. Oft zeigten die Kokken erst nach 96 Stunden ein dem blossen Auge erkennbares Wachstum; wo nach 96 Stunden keine Trübung aufgetreten war, trat

sie auch nach sechs Tagen — länger beobachtete ich nicht — nicht mehr auf.

Um zu sehen, in welchen Mengen die Kokken abgetötet werden, innerhalb jener Zeiten, in denen in der Traubenzuckerbouillon noch Wachstum eintrat, nahm ich Keimzählungen vor. Von der gleichen trüben, schwarzbraunen Flüssigkeit, mit der ich die Traubenzuckerbouillon impfte, verstrich ich je eine Öse auf vorgetrockneten Traubenzuckeragarplatten. Von drei Versuchsreihen, die alle im gleichen Sinn ausfielen, teile ich eine mit.

I. Zum Vergleich:

1,5 ccm Staphylokokkenaufschwemmung + 1,5 ccm Kochsalzlösung ohne Sublimat	unzählbare ineinanderfliessende Kolonien.

II. Aufschwemmung mit 2‰ Sublimat āā:

nach 15′	Kol. nicht zählbar, aber viel weniger als bei I. und nicht ineinanderfliessend.
„ 30′	etwa 1000 Kol.
„ 60′	„ ebensoviele Kol.
„ 180′	„ 460 Kol.
„ 210′	„ 88 Kol.
„ 240′	steril.
„ 320′	steril.

Die Platten waren 96 Stunden im Brutschrank geblieben. Auf jenen Platten, die nach 48 Stunden ohne Kolonien waren, wuchs auch späterhin nichts mehr. Aus diesen Keimzählungen ergibt sich, wie langsam das Sublimat einen gewissen Bruchteil der Keime abtötet.

Wirkung von 3‰ Sublimat auf Staphylokokken.

Die Versuchsanordnung war die gleiche wie früher: dem höheren Quecksilbergehalt entsprechend war mehr Schwefel-Ammonium zur Ausfällung nötig. Überimpfung im Traubenzuckerbouillon.

Ohne Ausfällung mit Schwefel-Ammonium zeigte sich nach 1′ Einwirkung von 1‰ Sublimat noch Wachstum, nach 3′iger Einwirkung nicht mehr.

Bei Ausfällung mit Schwefel-Ammonium zeigte sich, dass die Staphylokokken 3½stündige Einwirkung des 3‰ Sublimats ausgehalten haben; die letzten Röhrchen haben sich erst nach 72 Stunden getrübt.

Wirkung von 5‰ Sublimat auf Staphylokokken.

Bei diesen Versuchen, sowie bei den folgenden mit noch höheren Konzentrationen, wurde parallel nach der früheren Methode und nach der von Ottolenghi angegebenen gearbeitet. Um zu sehen, ob der Zusatz von 10 ccm Serum wirklich für die Neutralisation des Sublimats so wesentlich ist, wurde immer noch ein, sonst genau gleicher, Ottolenghischer Versuch gemacht, bei dem statt des Serums 10 ccm Traubenzuckerbouillon zugesetzt wurden. Die Aufschwemmung der Bakterien wurde nebeneinander in physiologischer Kochsalzlösung und in Bouillon hergestellt, um Unterschiede kontrollieren zu können. Denn höher konzentrierte Sublimatlösungen geben mit Bouillon einen flockigen Niederschlag, und es wäre denkbar, dass einzelne Keime im Innern dieser Flocken dem Angriff des Sublimats weniger zugänglich wären. Ottolenghi macht die Aufschwemmungen in Bouillon.

Sublimat 5‰.

I. Gewöhnliche Reagenzgläser, gefüllt mit ca. 10 ccm Traubenzuckerbouillon, wurden geimpft mit drei Ösen der Mischung von Aufschwemmung, Sublimat und Schwefel-Ammonium und durch fünfmal 24 Stunden beobachtet.

Einwirkungsdauer des Sublimats	Aufschwemmung in phys. NaCl.	Aufschwemmung in Bouillon
40′—185′	Bouillon stark getrübt	Bouillon stark getrübt

II. Nach Ottolenghis Methode.

1. 1 ccm Aufschwemmung in Bouillon + 1 ccm 10‰ Sublimat + 10 ccm Traubenzuckerbouillon + Schwefel-Ammonium + 10 ccm Rinderserum.

2. 1 ccm Aufschwemmung + 1 ccm Sublimat + 10 ccm Traubenzuckerbouillon + Schwefel-Ammonium + 10 ccm Traubenzuckerbouillon.

Nach fünfmal 24 Stunden werden aus dem trüben Röhrchen 1—3 Ösen auf Agarplatten überimpft.

Einwirkungsdauer des Sublimats	2 ccm Aufschwemmung in Bouillon + 10 ccm Traubenzuckerbouillon + 10 ccm Serum	2 ccm Aufschwemmung in Na Cl + 20 ccm Traubenzuckerbouillon
40—180′	über 100 Kol.	über 100 Kol.

Also auch ohne Anwendung des Serums haben die Staphylokokken der 5‰ Sublimatlösung zum Teil drei Stunden lang widerstanden.

Sublimat 10‰.

I. Gewöhnliche Reagenzgläser mit Traubenzuckerbouillon, geimpft wie bei Tabelle I des vorigen Versuchs. Beobachtung fünfmal 24 Stunden.

Einwirkungsdauer des Sublimats	Aufschwemmung in phys.-NaCl	Aufschwemmung in Bouillon
20′	trüb	trüb
60′	klar	klar
120′	klar	klar
185′	klar	klar

II. Nach Ottolenghis Methode wie beim vorigen Versuch.

Einwirkungsdauer des Sublimats	Aufschwemmung in phys.-NaCl + 20 ccm Traubenzuckerbouillon	Aufschwemmung in Bouillon + 10 ccm Traubenzucker-bouillon + 10 ccm Serum
20—185′	über 100 Kol.	über 100 Kol.

Sublimat 20‰.

I. Gewöhnliche Reagenzgläser mit Traubenzuckerbouillon, geimpft wie bei Tabelle I der beiden vorigen Versuche.

Einwirkungsdauer des Sublimats	Aufschwemmung in phys.-NaCl	Aufschwemmung in Bouillon
15—125′	völlig klar	völlig klar

II. Nach Ottolenghis Methode wie bei den beiden vorigen Versuchen.

Einwirkungsdauer des Sublimats	Aufschwemmung in phys.-NaCl + 20 ccm Traubenzuckerbouillon	Aufschwemmung in Bouillon + 10 ccm Traubenzucker-bouillon + 10 ccm Serum
15′	über 100 Kol.	über 100 Kol.
30′	über 100 Kol.	über 100 Kol.
60′	1 Kol. (kulturell und mikrosk. Staphylokokken)	steril
125′	steril	steril

Die Versuche bestätigen also Ottolenghis Angaben; ob Staphylokokken einer so hoch konzentrierten Sublimatlösung 1 oder 3 Stunden widerstehen, fällt nicht weiter ins Gewicht.

Es scheint gleichgültig zu sein, ob die Bakterien in Kochsalzlösung oder in Bouillon aufgeschwemmt sind. Ebenso hat

es nach meinen Versuchen keine Bedeutung, ob dem Nährboden zur Nachkultur Serum zugesetzt wird oder nicht. Die Ausfällung des Quecksilbers geschieht offenbar ohne Serum genau ebenso wie mit Serum. Vielleicht hat der Serumzusatz die Wirkung, dass er den Nährboden verbessert, und darin käme ihm der Zusatz von Traubenzucker zur Bouillon gleich. Dass nach der Methode Ottolenghis sich die Resistenz der Staphylokokken so viel grösser herausstellt als nach der anderen Methode mit Entgiftung, ist offenbar durch die viel grössere Anzahl von Keimen bedingt, die zur Anwendung kommen. Je mehr Keime der Prüfung unterworfen werden, um so grösser wird die Wahrscheinlichkeit, dass sich unter ihnen auch die selteneren Individuen von maximaler Resistenz befinden werden.

Die folgenden Versuche sind angestellt worden, um die Wirkung des Sublimats auch auf andere weniger resistente Keime zu erproben. Da sie mittels Überimpfung von nur 2—3 Ösen der Infektionsmischungen in Traubenzuckerbouillon gemacht sind, so ist anzunehmen, dass sich die zur Abtötung erforderlichen Zeiten noch länger herausstellen würden, wenn grössere Aussaaten gemacht worden wären. Es genügen aber die vorliegenden Befunde zur Bestätigung der am Staphylokokkus erhobenen Tatsachen.

Schumburg hat gesehen, dass sogar Choleravibrionen nach 45minutiger Einwirkung von 1‰ Sublimat sich noch vermehrten. Da mir Choleravibrionen nicht zugänglich waren, machte ich meine Versuche mit nicht pathogenen Vibrionen, mit dem Vibrio Metschnikoff und dem Vibrio Deneke. Diesen gegenüber bewährte sich das Sublimat auch bei der strengsten Prüfung. Auch bei Ausfällung des Quecksilbers durch Schwefel-Ammonium zeigten diese beiden Arten von Vibrionen schon nach 1'iger Einwirkung von 1‰ Sublimat kein Wachstum mehr; ebensowenig natürlich bei 3‰ Sublimat.

Dagegen erwies sich das Sublimat als wenig wirksam gegenüber den Typhusbakterien.

Einwirkung von 1‰ Sublimat auf Typhusbakterien.

Die Versuchsanordnung war dieselbe, wie bei den Versuchen mit Staphylokokken; die Überimpfung geschah gleichfalls in Traubenzuckerbouillon, die sich auch hier der gewöhnlichen Bouillon überlegen gezeigt hatte. Ohne Ausfällung mit Schwefel-Ammonium trat schon nach 1'iger Einwirkung des 1‰ Sublimat kein Wachstum mehr auf. Bei Ausfällung mit Schwefel-Ammonium zeigte sich in vier Versuchen, dass die Typhusbakterien der Wirkung des 1‰ Sublimat 40—50' widerstanden hatten.

3‰ Sublimat verhindert nach 1'iger Einwirkung das Wachstum der Typhusbakterien, wenn das Quecksilber nicht ausgefällt wird. Mit Ausfällung dagegen zeigen die Typhusbakterien noch nach 14'iger Einwirkung des 3‰ Sublimats Wachstum.

Man muss sich ganz klar machen, was diese ungünstigen Befunde bedeuten: sie stossen die günstigeren völlig um! Diese günstigeren Befunde sind nur Täuschungen, die durch die entwicklungshemmende Wirkung der kleinen, in die Nachkultur mit übertragenen Quecksilbermengen hervorgerufen werden. Die in so grosser Ausdehnung angewendete 1‰ Sublimatlösung ist nicht allein den Milzbrandsporen gegenüber praktisch unwirksam, sondern ist auch dem gewöhnlichen Eiterkokkus gegenüber so schwach wirksam, dass sie viele Stunden braucht, um alle Keime zu vernichten. Ja selbst die Konzentrationen von 3, 5, 10, 20‰ haben zur rapiden Sterilisation nicht genügt.

Wenn man sich fragt, wieso trotzdem das Sublimat sich behaupten konnte, und insbesondere in der chirurgischen Praxis sich zu bewähren scheint, so mag das verschiedene

Gründe haben. Einmal dürfte der menschliche Organismus den durch das Sublimat, wenn auch nicht getöteten, so doch zweifellos geschädigten Mikrobien nicht annähernd so günstige Bedingungen bieten, wie ein als optimal erprobter toter Nährboden, und zum anderen wird es im Organismus nicht so leicht zur vollständigen Ausfällung des Quecksilbers kommen, was ja auch die Versuche von Ottolenghi darüber beweisen. Auch die Bedingungen zur mechanischen Entfernung des Sublimats von den Keimen sind im Körper ungleich schlechter als im Reagenzglas. So gewährt das Sublimat offenbar weniger wegen seiner desinfektorischen als vermöge seiner stark entwicklungshemmenden Wirkung einen ausgiebigen Schutz gegen Infektion. Immerhin wird man gut tun, sich nach Ersatzmitteln für das Sublimat sowohl für die Desinfektion der Haut als für tote Gegenstände umzusehen.

Bei einer solchen Umschau erweckt vor allem das von Bechhold und Ehrlich[1]) und Bechhold[2]) allein in Anwendung gebrachte Tribrom-β-Naphthol die Aufmerksamkeit, das mit dem Sublimat den überaus grossen Vorzug der Geruchlosigkeit teilt, das allerdings auch dessen Fehler besitzt, bei Anwesenheit von Eiweisskörpern stark an Wirksamkeit zu verlieren, ihm aber dadurch ausserordentlich überlegen ist, dass es praktisch völlig ungiftig ist.

Die experimentellen Erfolge, welche Bechhold mit diesem Präparate erzielte, sind so glänzend, dass sie den Wunsch erwecken mussten, sie durch eigene Anschauung bestätigt zu finden. Eine erneute Prüfung des Mittels schien um so mehr am Platze zu sein, als überdies die von Bechhold angewendete Prüfungsmethode (Agarmethode) ausserordentlich hohe Anforderungen an die Desinfektionsmittel zu stellen scheint.

---

[1]) Hoppe-Seylers, Zeitschrift f. Physiol. Chemie Bd. 47 S. 173—199.
[2]) Zeitschrift f. Hygiene und Infekt.-Krankh. Bd. 64 S. 113—142.

Das Tribrom-β-Naphthol wurde dem hygienischen Institut von der chemischen Fabrik in Ladenburg (Baden) in chemisch reinem Zustand zur Verfügung gestellt, während Bechhold noch mit einem Gemische von Tri- und Tetrabromnaphthol hatte arbeiten müssen. Seine Lösungen wurden nach der Vorschrift Bechholds so hergestellt, dass zunächst ein Gramm der Substanz in 10 ccm n./1 Natronlauge aufgelöst und diese Stammlösung mit destilliertem Wasser in dem erforderlichen Verhältnisse verdünnt wurde. Nimmt man statt des Wassers physiologische Kochsalzlösung, so entstehen Trübungen. Die 1%ige und 2%ige Lösung, von denen aus jeweils die stärkeren Verdünnungen hergestellt wurden, hielten sich, in braunen Flaschen dunkel aufbewahrt, durch Monate unverändert. Im diffusen Tageslicht trübten sich namentlich wenig konzentrierte Lösungen schon im Laufe von einigen Stunden.

Ich habe die Wirkung des Mittels untersucht gegen Staphylococcus aureus, Streptokokken, Diphtherie- und Typhusbakterien; alle Stämme wurden zuerst auf ihre Resistenz gegen 1% Phenol untersucht, um einen Vergleich zu schaffen. Es hat sich auch mir wieder die Erfahrung bestätigt, dass man, um zuverlässige Resultate zu erhalten, die Beobachtung über viele Tage ausdehnen muss, da bisweilen durch Desinfizientien geschädigte Mikrobien erst spät ein dem Auge erkennbares Wachstum zeigen.

Bei allen vier Bakterienarten habe ich zunächst die für Entwicklungshemmung und „Minimalabtötung“ erforderliche Konzentration festgestellt. Dabei bin ich von der Methode von Bechhold und Ehrlich insofern abgewichen, als ich mich bemühte, das Nährsubstrat möglichst wenig zu verdünnen, um den Bakterien nicht den Nährboden zu verschlechtern. Bechhold und Ehrlich verdünnen die Bouillon bei ihren Versuchen auf mehr als das doppelte, was sicher nicht gleichgültig ist. Ich bin, um eine stärkere Verdünnung zu vermeiden,

so vorgegangen, dass ich zu je 9 ccm Bouillon 1 ccm des Mittels in fallender Konzentration zusetzte. Die zugesetzte Konzentration hatte ich dann mit zehn zu multiplizieren, um die tatsächlich vorhandene Verdünnung zu berechnen. Zu der Mischung fügte ich zwei Tropfen einer dichten Aufschwemmung der zu untersuchenden Bakterienart. Zur Feststellung der „Minimalabtötung“ brachte ich den Angaben Bechholds und Ehrlichs folgend, aus denselben Röhrchen, die zur Feststellung der Entwicklungshemmung dienten, nach Ablauf von 24 Stunden je eine Oese in Bouillon. Sämtliche Versuche sind mehrmals angestellt worden, zum Teil mit verschiedenen Stämmen, da niemals zwei Versuche vollkommen identisch ausgefallen sind.

Die sogenannte Agarmethode zur Prüfung der Desinfektionsmittel.

Zur Prüfung der Abtötung bedienten sich Ehrlich und Bechhold der sogen. Agarmethode. Sie besteht in folgendem:

„Röhrchen von etwa 10 ccm Inhalt werden bis zur Mitte schräg mit Agar begossen und mit der Kultur beimpft. Nach 24 Stunden wird jedes Röhrchen am Rande mit Vaseline eingefettet, abgebrannt und mit der Lösung des Desinfiziens bis über den Agar gefüllt. Nach 5, 10, 15 u. s. w. Minuten wird das Desinfiziens abgegossen und sterile physiologische Kochsalzlösung eingefüllt; nach 15′ wird diese ausgegossen und frische Kochsalzlösung eingefüllt. Von der so vom Desinfiziens befreiten Kultur wird auf Agar überimpft.“

Es ist einleuchtend, dass diese Methode an das Desinfiziens hohe Anforderungen stellt; das Mittel hat einen dichten Bakterienrasen zu durchdringen; schon bei der Seidenfaden- oder Granatmethode kommt es in viel vollkommenere Berührung mit den einzelnen Keimen, in die vollkommenste, wenn man die Bakterien in wässeriger Aufschwemmung mit dem gelösten Desinfiziens zusammenbringt. Anscheinend müssen also gute Ergebnisse

der Agarmethode um so verlässiger sein. Bechhold gibt auch ausdrücklich an, dass ihm die Agarmethode zuverlässige Resultate geliefert habe, die mit den Ergebnissen anderer Methoden übereinstimmten. Es sei sogleich vorweggenommen, dass ich dieses günstige Urteil nicht bestätigen kann, sondern auf Grund meiner ausführlichen Versuche die Agarmethode als unzuverlässig bezeichnen muss.

Es war von vornherein zu erwarten, dass bei der Agarmethode die Vollendung der Desinfektion erheblich längere Zeiten erfordern werde, als bei andern Verfahren. Die Erfahrung hat das bestätigt.

Ein Stamm vom Staphylococcus aureus, der in wässriger Aufschwemmung von einer 1%igen Karbollösung in 8'—10' abgetötet wurde, zeigte nach 72stündiger Einwirkung von 1% Karbol nach der Agarmethode ein reichliches Wachstum.

Derselbe Stamm in wässriger Aufschwemmung, mit 1% Tribrom-β-Naphthol behandelt, war nach ½' abgetötet, während die Behandlung mit der gleichen Konzentration nach der Agarmethode folgende Ergebnisse hatte:

nach 18'	12 Kol.	(1 Öse von ca. 1,5 mm Durchmesser auf eine Agarplatte überimpft)
„ 20'	2 „	
„ 25'	6 „	
„ 40'	2 „	

Ein anderer Stamm von Staphylococcus aureus, in wässriger Aufschwemmung mit 1% Tribrom-β-Naphthol behandelt, war ebenfalls nach ½' abgetötet; bei Behandlung mit derselben Konzentration nach der Agarmethode ergab sich folgendes:

nach 6'	einige Kol.
„ 15'	2 Kol.
„ 17'	steril
„ 23'	6 Kol.
„ 25'	8 „
„ 30'	10 „

Dieser gleiche Stamm mit 2‰ Tribrom-β-Naphthol behandelt trübte die Bouillon, in der er überimpft wurde, bis zu einer Einwirkungszeit von 20'; mit derselben Konzentration nach der Agarmethode behandelt zeigte er noch nach $5^1/_2$ stündiger Einwirkung reichliches Wachstum auf der Agarplatte. Nach Bechhold sollten Staphylokokken durch 1% Tribrom-β-Naphthol in 2'—3' abgetötet werden.

Man könnte einwenden, gerade die langen Abtötungszeiten sprächen für die Zweckmässigkeit der Agarmethode, weil sie so hohe Anforderungen an das Desinficiens stellt. Das wäre an sich richtig, aber die folgenden Versuche zeigen, wie wechselnd die Ergebnisse sind.

Einwirkung von 1% Tribrom-β-Naphthol nach der Agarmethode auf zwei Stämme vom Staphylococcus aureus.

(Nach der Reinigung vom Desinficiens eine Öse auf Agar überimpft.)

Stamm a:	Stamm b:
nach 15' steril	nach 20' 9 Kol.
„ 20' „	„ 25' steril
„ 25' 2 Kol.	„ 30' 40 Kol.
„ 30' 3 „	„ 40' 7 „
„ 40' steril	„ 50' 1 „
nach 30' steril	nach 50' steril
„ 40' „	„ 55' 3 Kol.
„ 45' 5 Kol.	„ 60' 1 „
„ 50' 3 Kol.	„ 70' steril
„ 60' „	„ 75' 1 Kol.
nach 50' steril	nach 90' 20 Kol.
„ 70' 1 Kol.	„ 100' 47 „
„ 100' 3 „	„ 120' steril
„ 120' steril	„ 225' „

Eine Erklärung für die Unregelmässigkeiten, mit der die Abtötung der Keime bei der Agarmethode erfolgt, lässt sich vielleicht so geben: Unten im Röhrchen, wo der Agar einen sehr spitzen Winkel mit der Wand des Röhrchens bildet, ist

die einwirkende Schicht des Desinficiens sehr dünn und zugleich die Masse der Vegetation in der Regel am grössten. Dazu kommt, dass durch das Kondenswasser eine starke Verdünnung, wenn nicht gar eine Unterschichtung des Mittels entsteht. Schütteln darf man nicht, da sonst grosse Teile der Kultur abgeschwemmt und der Bakterienrasen zerstört werden würde. Beim Eingiessen des Desinficiens in das Röhrchen lässt es sich schwer vermeiden, dass nicht doch Stücke des Rasens abgeschwemmt werden, die sofort in den spitzen Winkel hinabsinken und dort der Einwirkung des Mittels vielleicht völlig entgehen. Ganz unvermeidlich werden beim Ausgiessen des Mittels und dem Nachfüllen der Kochsalzlösung Keime, die noch leben, aus der Tiefe des Röhrchens auf die vielleicht völlig abgetöteten oberen Partien des Rasens verschleppt, so dass auch bei Abimpfung von den oberen Teilen der Kultur sich lebende Keime finden können. Einige Versuche — Abimpfung einmal von unten aus dem spitzen Winkel, das anderemal von oben — stimmen mit der vorgetragenen Ansicht ganz gut überein:

1% Tribrom-β-Naphthol wirkt auf Staphylokokkus aureus nach der Agarmethode ein.

Abimpfung nach 4¾ Stunden:

von oben	von unten
steril	11 Kol.

Der analoge Versuch mit 1% Phenol gibt analoge Resultate.

Nach 54 Stunden Einwirkung:

Abimpfung von oben: Wachstum in einzelnen Kol.

„ „ unten: Wachstum in zerfliessenden Strichen.

Nach 76 Stunden Einwirkung zeigen auf der Agarplatte die von oben abgeimpften Kolonien deutlich ein schwächeres Wachstum als die von unten abgeimpften.

Bei den bisherigen Versuchen hatte ich stets die ganze Oberfläche des Agars infiziert; ein Versuch, bei dem nur 1 Impfstrich angelegt worden war, ergab das gleiche.

1% Tribrom-β-Naphthol auf Staphylokokken.

Abimpfung von oben:	von unten:
nach 15' einzelne Kol.	Wachstum in zerfliessenden Strichen
„ 40' 4 Kol.	∞ Kol.
„ 60' steril	∞ „
„ 100' 9 Kol.	∞ „

Bei älteren Röhrchen, die kein Kondenswasser mehr enthielten, fielen die Versuche so aus:

2% Phenol

von oben:	von unten:
nach 15' 70 Kol.	8 Kol.
„ 30' 26 „	steril
„ 60' 36 „	10 Kol.
„ 120' 5 „	steril

5% Phenol

von oben:	von unten:
nach 5' 80 Kol.	60 Kol.
„ 15' 85 „	38 „
„ 30' ∞ „	∞ „
„ 60' 27 „	80 „
„ 120' 1 „	steril

Das Kondenswasser spielt demnach offenbar eine Rolle; aber auch wenn es fehlt, gibt die Agarmethode, wie die beiden Tabellen zeigen, keine zuverlässigen Resultate. Es scheint, als ob selbst ein so starkes Desificiens wie 5% Phenol, einen Bakterienrasen in 60' nicht zu durchdringen vermag. Wie viel schlechter 5% Phenol bei vorhandenem Kondenswasser wirkt, zeigt die nächste Tabelle:

5% Phenol, frische Röhrchen mit Kondenswasser

von oben:	von unten:
nach 120′ ∞ Kol.	∞ Kol.
„ 160′ ∞ „	∞ „

Sogar gesättigtes Karbolwasser ist nach der Agarmethode ein sehr unzuverlässiges Mittel:

Gesättigtes Karbolwasser

von oben:	von unten:	
nach 5′ ∞ Kol.	40 Kol.	trockene Röhrchen ohne Kondenswasser
„ 10′ über 100 Kol.	9 „	
„ 20′ 20 „	steril	
„ 40′ 3 „	3 Kol.	

von oben und von unten:

nach 40′ 13 Kol.	frische Röhrchen mit Kondenswasser.
„ 60′ 110 „	
„ 90′ 2 „	

Die Prüfung der Widerstandsfähigkeit von Diphtheriebakterien nach der Agarmethode ergab ebenfalls starke Unregelmässigkeiten. 4‰ Tribrom-β-Naphthol tötete Diphteriebazillen in wässriger Aufschwemmung innerhalb von 2′.

Dieselbe Konzentration von 4‰ hatte nach der Agarmethode folgende Wirkung:

Abimpfung

von oben:	von unten:
nach 2′ steril	∞ Kol.
„ 5′ „	∞ „
„ 8′ „	4 „
„ 11′ „	steril
„ 15′ „	„
„ 11′ „	20 Kol.
„ 15′ 12 Kol.	steril

1% Phenol tötete Diphtheriebazillen in wässeriger Aufschwemmung in 2′ ab.

Nach der Agarmethode wirkt es so:

Abimpfung

von oben:	von unten:
nach 2′ 3 Kol.	∞ Kol.
„ 5′ steril	mehr Kol. als bei 2′
„ 8′ 15 Kol.	∞ Kol., aber weniger Kol. als bei 8′
„ 11′ 20 „	mehr Kol. als bei 8′
„ 20′ steril	∞ Kol.

Wegen dieser Schwankungen habe ich die Agarmethode aufgegeben und zur Bestimmung der Abtötungszeiten weiterhin die altbewährte Methode der wässerigen Aufschwemmung benutzt, bei der die 24stündige Vegetation in einem Schrägagarröhrchen in 10 ccm Bouillon verteilt wird und aus der Mischung dieser Aufschwemmung mit der Lösung des Desinfektionsmittels in genau bestimmtem Verhältnis zu bestimmten Zeiten eine Öse = etwa 0,003 ccm entnommen und in 10 ccm des zur Nachkultur bestgeeigneten Nährbodens übertragen wird.

Dabei ist ein Umstand zu beachten: Gleichzeitig mit den Keimen wird eine kleine Menge des Desinficiens mit in den neuen Nährboden übertragen, die die noch lebenden Keime an der Entwicklung verhindern und so eine Abtötung vortäuschen könnte. Um diese Fehlerquelle zu vermeiden, habe ich stets zunächst in mehreren Versuchen die Grenze der Entwicklungshemmung für die betreffende Bakterienart in dem betreffenden Desinficiens bestimmt.

Den Inhalt der Platinöse kannte ich; er war ca. 0,003 ccm. Ebenso kannte ich die Menge des neubeimpften Nährbodens, meist 10 ccm, so dass ich stets genau wusste, in welcher Konzentration das Desinficiens in dem Nährboden vorhanden war. Kam diese Konzentration der als eben noch entwicklungshemmend erprobten Konzentration des Mittels auf die Hälfte und darüber nahe, so impfte ich aus dem zuerst be-

impften Röhrchen nach sorgfältiger Durchmischung zwei Ösen in ein zweites Röhrchen mit 10 ccm Inhalt.

Auch vor diesen Versuchen zur exakten Feststellung der Abtötungszeiten bei der Desinfektion mit Tribrom-β-Naphthol habe ich eine Reihe von Nährböden für Staphylokokken durchgeprüft, um den optimalen zu finden. Als Desinficiens verwandte ich sogleich das Tribrom-β-Naphthol in 2‰. Die Beobachtungsdauer erstreckte sich bei diesen Vorversuchen nur über 24 Stunden. Um eine konstante Grundlage für die verschiedenen Nährböden zu haben, verwandte ich zu diesen Versuchen Fleischextraktbouillon.

Die folgenden Tabellen geben die Resultate wieder:

I.

		2‰ Tribrom-β-Naphthol nach:					
		15′	20′	35′	30′	35′	40′
Fleischextraktbouillon + Glyzerin	1%	trüb	klar	klar	klar	klar	klar
	2%	„	„	„	„	„	„
	3%	klar	„	„	„	„	„
	4%	„	„	„	„	„	„
	5%	„	„	„	„	„	„

Höhere Konzentrationen von Glyzerin hemmen also das Wachstum der Staphylokokken; dass auch der 1%ige und 2%ige Zusatz von Glyzerin keine Verbesserung der gewöhnlichen Bouillon ist, zeigt der Vergleich mit Tabelle IV, wo die Bouillon noch nach 25′ leicht getrübt ist.

II.

		2‰ Tribrom-β-Naphthol nach:					
		15′	20′	25′	30′	35′	40′
Fleischextraktbouillon + Traubenzucker	2%	trüb	trüb	trüb	trüb	klar	klar
	3%	„	„	„	„	trüb	„
	4%	„	„	„	„	klar	„

Der Zusatz von 2% Traubenzucker verbesserte also den Nährboden wesentlich, ein solcher von 3% verbessert ihn noch etwas mehr, der von 4% verschlechtert ihn schon wieder.

III. Die hier verwendete Lösung von Tribrom-β-Naphthol hatte 10 Stunden im Tageslicht gestanden und sich etwas getrübt. Daher sind die Abtötungszeiten länger, was aber für den Vergleich der verschiedenen Nährböden ohne Bedeutung ist.

	2‰ Tribrom-β-Naphthol nach:					
	25′	30′	35′	40′	45′	50′
3% Traubenzuckerbouillon + 2% Glyzerin	trüb	trüb	trüb	trüb	trüb	leicht trüb
Extraktbouillon + Aszites āā	„	„	„	„	klar	klar
3% Traubenzuckerbouillon + Aszites āā	„	„	„	„	trüb	leicht trüb
3% Traubenzuckerbouillon	„	„	„	„	„	stark trüb

Wie man sieht, übertraf keine der versuchten Kombinationen die 3%ige Traubenzuckerbouillon.

IV. Zusatz von frischem, steril gewonnenem Kaninchenserum.

	2‰ Tribrom-β-Naphthol nach:						
	25′	30′	35′	40′	45′	50′	65′
Extraktbouillon + Serum āā	—	—	—	—	—	klar	klar
3% Traubenzuckerbouillon + Serum āā	—	klar	klar	klar	klar	„	„
Extraktbouillon	leicht trüb	„	„	„	„	„	„
3% Traubenzuckerbouillon	trüb	trüb	trüb	trüb	trüb	„	„

Auch hier erweist sich die 3%ige Traubenzuckerbouillon als der beste Nährboden; der Zusatz des Serums wirkte sogar schädlich.

V. Zusatz von Rinderserum, das viermal drei Stunden lang auf 56° erhitzt war.

	2‰ Tribrom-β-Naphthol nach:						
	25′	30′	35′	40′	45′	50′	55′
Extraktbouillon + Serum āā	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
3% Traubenzucker-bouillon + Serum āā	„	„	„	„	„	„	„
3% Traubenzucker-bouillon	—	trüb	trüb	trüb	trüb	„	„

Nach diesen Versuchsergebnissen ist es sicher, dass die 3%ige Traubenzuckerbouillon für Staphylokokken der beste Nährboden ist und seine Verwendung die Prüfung der Desinfektionsmittel gegen diese Bakterienart ganz erheblich empfindlicher macht. Diese Tatsache verdient volle Beachtung. Ich habe bei meinen weiteren Versuchen 2%ige Traubenzuckerbouillon verwendet, weil sie für sonstige bakteriologische Zwecke stets vorrätig war. Der Unterschied ihrer Nährfähigkeit gegenüber der 3%igen ist ja nicht gross.

Im folgenden Berichte über die strengere Prüfung des Tribrom-β-Naphthol habe ich die Ergebnisse bei Verwendung von gewöhnlicher Bouillon mit angeführt, da Bechhold offenbar mit solcher gearbeitet hat.

Staphylococcus aureus.

Untersucht wurden drei Stämme, a, b, c.

H = Entwicklungshemmung.

MT = Minimalabtötung nach 24 Stunden.

Staphylokokkus.

Stamm	a	b	c
Aussaat in gewöhnlicher Bouillon.			
H	1 : 170 000	—	1 : 100 000
M T	1 : 90 000	—	1 : 60 000
Abtötung durch 1 % Phenol	4'—5'	8'—10'	15'—25'
1 % Tribrom-β-Naphthol	½'	½'	weniger als 1'
2 ‰ Tribrom-β-Naphthol	20'—25'	55'—60'	50'—60'
1 ‰ Tribrom-β-Naphthol	70'—75'	über 75'	über 160'
Aussaat in Traubenzucker-Bouillon.			
H	—	—	1 : 80 000
M T	—	—	1 : 30 000 bis 1 : 40 000
Abtötung durch 1 % Phenol	—	—	65'—75'
1 % Tribrom-β-Naphthol	—	—	weniger als 1'
4 ‰ Tribrom-β-Naphthol	—	—	10'—12'
2 ‰ Tribrom-β-Naphthol	—	—	über 60'
1 ‰ Tribrom-β-Naphthol	—	—	über 160'

Meine Ergebnisse stimmen recht nahe mit denen Bechholds überein, der über die Wirkung des Tribrom-β-Naphthols auf Staphylokokken folgendes ergibt:

H = 1 : 200 000 bis 1 : 500 000
M T = 1 : 250 000.

Abtötung durch 1 %ige Lösung binnen 2—3 Minuten (nach der Agarmethode).

Diphtheriebazillen.

Resistenz gegen 1 % Phenol: Abtötung in 1—2 Minuten.

Wirkung des Tribrom-β-Naphthol:

Impfung in gewöhnlicher Bouillon	Impfung in 2%iger Traubenzuckerbouillon	Impfung in 2%iger Glyzerinbouillon
H bis 1 : 400 000	—	bis 1 : 150 000
H bis 1 : 250 000	bis 1 : 150 000	—
H bis 1 : 200 000	—	—
MT 1 : 250 000	—	bis 1 : 80 000

Nach Bechhold: H bis 1 : 400 000
MT bis 1 : 400 000

Abtötungszeiten (Impfung in Traubenzuckerbouillon)

1%	4‰	2‰
weniger als 1'	1'—2'	2'—5'

Nach Bechhold Abtötung in 1%iger Lösung 1'.

Streptokokken.

Aus Eiter reinkultiviert. Nach der Einwirkung des Desinficiens in 2% Traubenzuckerbouillon überimpft.

Resistenz gegen 1% Phenol: Abtötung in weniger als 5'.

Wirkung von Tribrom-β-Naphthol.

In gewöhnlicher Bouillon	In Traubenzuckerbouillon
H bis 1 : 60 000	bis 1 : 60 000
MT 1 : 40 000	—

Nach Bechhold H bis 1 : 60 000
MT bis 1 : 80 000

Abtötungszeiten:

1%	4‰	2‰	1‰
weniger als 1'	weniger als 2'	5'—10'	10'—20'

Nach Bechhold in 1%iger Lösung in 1'.

Typhusbazillen.

Resistenz gegen 1% Phenol: in gewöhnlicher Bouillon nach 10'—15' Einwirkung des Phenols kein Wachstum.

In 2% Traubenzuckerbouillon erst nach 20'—25' Einwirkung des Phenols kein Wachstum mehr.

Wirkung von Tribrom-β-Naphthol.

In gewöhnlicher Bouillon	In Traubenzuckerbouillon
H bis 1 : 7000	bis 1 : 3000
MT 1 : 7000	bis 1 : 3000

Nach Bechhold mit Tribrom-β-Naphthol:

H bis 1 : 8000

MT bis 1 : 8000

Abtötungszeiten (Impfung in Traubenzuckerbouillon)

1 %	4 ‰	2 ‰	1 ‰
weniger als 1'	weniger als 1'	3'—5'	weniger als 10'

Also bei Typhusbakterien liegt die entwicklungshemmende und die in kurzer Zeit abtötende Konzentration verhältnismässig nahe beisammen; jene ist weit höher als bei den andern untersuchten Mikrobien, diese viel niederer.

Entwicklungshemmend wirkt das Tribrom-β-Naphthol am stärksten gegen Diphtheriebazillen, weniger stark gegen Staphylokokken, noch weniger gegen Streptokokken, am schwächsten gegen Typhusbakterien. Dieselbe Reihenfolge haben Ehrlich und Bechhold gefunden.

Abtötend wirkt das Tribrom-β-Naphthol am kräftigsten gegen Typhusbakterien, weniger stark auf Diphtheriebakterien, noch weniger stark auf Streptokokken und am weitaus schwächsten auf Staphylokokken. Die Reihenfolge ist also fast genau umgekehrt wie bei der Entwicklungshemmung.

Das Tribrom-β-Naphthol ist zweifellos ein vorzügliches Desinfektionsmittel, das rasch, sicher und regelmässig wirkt,

wenn man es nicht schwächer als in 1%iger Lösung anwendet. Die untersuchten Erreger tötet es binnen 1' zuverlässig ab.

Tuberkelbazillen.

Nur gegen Tuberkelbazillen — wenigstens im Sputum — ist es offenbar von geringer Wirksamkeit. Meerschweinchen, denen unter die Bauchhaut bazillenreiches Sputum eingespritzt wurde, das zwei Stunden lang mit 2%igem und 4%igem Tribrom-β-Naphthol möglichst vollkommen vermischt gewesen war, zeigten bei der Sektion elf Wochen später ausnahmslos eine Tuberkulose der Milz, der Leber, der Leistendrüsen und meist auch der Mesenterialdrüsen.

Monochlornaphthol, das von Herrn Professor Bechhold dem hygienischen Institut zur Verfügung gestellt wurde, erwies sich als nicht wirksamer. Auch die Meerschweinchen, denen unter die Bauchhaut Sputum injiziert wurde, das zwei Stunden lang mit 2%igem und 4%igem Monochlornaphthol vermengt gewesen war, zeigten nach derselben Zeit eine Tuberkulose der Milz, Leber, Leisten- und Mesenterialdrüsen.

Allerdings waren in beiden Versuchsreihen die Veränderungen bei weitem nicht so schwer wie bei dem zehn Tage vorher zu Grunde gegangenen Kontrolltier, das mit dem unbehandelten Sputum geimpft worden war.

Nachteilig ist vielleicht die leichte Zersetzlichkeit der Lösung des Tribrom-β-Naphthols im diffusen Tageslicht und ihre Eigenschaft, mit Kochsalz Niederschläge zu bilden. Seine Verwendung zur inneren Desinfektion und zur Wundbehandlung wird verhindert durch sein Unwirksamwerden beim Zusammentreffen mit Eiweisskörpern. Die Frage, ob es in der grossen Desinfektionspraxis Anwendung finden kann, verdiente weitere Untersuchung.

Am Schlusse dieser Arbeit ist es mir ein Bedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Obermedizinalrat Prof. Dr. von Gruber, der mir dieses Thema gab, sowie Herrn Dr. Süpfle für die mannigfache Förderung und Unterstützung bei dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Friedrich Goebel wurde am 3. Juni 1888 zu Bielefeld als Sohn des Oberlehrers Dr. phil. Karl Goebel geboren. Nachdem er am Goethegymnasium zu Frankfurt a. M. zu Ostern 1907 das Reifezeugnis erlangt hatte, studierte er zwei Semester in Bonn, dann drei Semester in Freiburg i. Br. Medizin und bestand dort im Sommer 1909 die ärztliche Vorprüfung. Von da an studierte er in München und bestand im November 1912 die ärztliche Staatsprüfung. Vom 1. Dezember 1912 bis zum 14. Januar 1913 war er Medizinalpraktikant im hygienischen Institut in München, bis zum 31. Mai an der medizinischen Poliklinik in Halle a. S. und ist augenblicklich am Gisela-Kinderspital in München in gleicher Eigenschaft.